

AK ® *специально для*
WWW.INTER-STOPSPY.NAROD.RU

учиться,
учится,
учится...

Министерство транспорта Российской Федерации

Департамент морского и речного транспорта

Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского

Кафедра «УМТ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Оптимизация ресурсов портового перегрузочного комплекса»

Выполнил:
студент 4 курса ФЭУ
АК ®

Проверил:
преподаватель Шипилова А. Г.

Владивосток 2007
ОГЛАВЛЕНИЕ

Исходные данные	3
Введение	4
1. Краткая характеристика грузов	5
2. Техничко-эксплуатационные характеристики судна	5
3. Определение загрузки судна	6
4. Обоснование производительности технологических линий	
4.1. Выбор технологических схем перегрузки грузов	7
4.2. Краткая характеристика технологических схем и перегрузочных средств	8
5. Расчет минимального и максимального числа технологических линий на обработке судна	11
6. Оптимизация ресурсов производственного перегрузочного комплекса	
6.1 Расчёт интенсивности грузовых работ и числа причалов	14
6.2 Расчёт затрат по порту	18
6.3. Расчёт затрат по флоту	20
6.4. Выбор и обоснование оптимального числа технологических линий	23
6.5. Обоснование потребности в технических ресурсах	24
6.6. Определение численности рабочих на судовых и вагонных работах	25
Заключение	26
Список используемой литературы	27

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Вариант № 22

Наименование грузов, класс и процентное отношение:

Рис в мешках, М-50, $D_1 = 70\%$;

Книги в ящиках, Я-50, $D_2 = 30\%$;

Годовая грузопереработке, тонн:

$Q_1 = 390\,000\text{ т}$

$Q_2 = 730\,000\text{ т}$

Тип судна:

"Пятидесятилетие комсомола"

Прибытие в порт:

В судне

Коэффициент транзитности грузопотока:

$K_{\text{тр}} = 0,4$

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного курсового проекта является решение управленческой задачи по определению и оптимизации потребности ППК в причалах, перегрузочной технике и докерах-механизаторах, необходимых для выполнения заданного объема работ.

Поступающие на ППК суда можно обрабатывать различным числом технологических линий: от минимального, необходимого для выполнения заданных сроков обработки судна, до максимально возможного, с учетом ограничений со стороны судна и берега. Увеличение числа технологических линий вызывает увеличение интенсивности обработки судна и пропускной способности причала. Это, в свою очередь, уменьшает потребность в причальном фронте, а точнее, позволяет уменьшить коэффициент использования причалов по времени. И, следовательно, создает предпосылки для привлечения дополнительного грузопотока при тех же производственных мощностях.

Увеличение интенсивности обработки судов приводит к сокращению их стояночного времени и к сокращению затрат по флоту. С другой стороны, при одном и том же числе причалов (без учета коэффициента использования причалов по времени) увеличение числа технологических линий на обработке судов приводит к увеличению затрат по порту. Задача состоит в том, чтобы определить для заданного объема грузовых работ, расчетного типа судна и сложившейся структуры грузопотока, такие технические и трудовые ресурсы ППК, которые обеспечивали бы перегрузку грузов с минимальными затратами по комплексу "порт - флот". Целевой функцией задачи являются минимальные суммарные приведенные затраты по порту и флоту, связанные с освоением заданного объема работ.

Соответствующее минимуму приведенных затрат число технологических линий является основой для определения оптимальных технических ресурсов: причалов, перегрузочного оборудования, а также для расчета оптимальной потребности в докерах-механизаторах.

Приведенные затраты по порту и флоту включают в себя годовые эксплуатационные расходы и капиталовложения, приведенные к году эксплуатации с помощью нормативного коэффициента экономической эффективности капитальных вложений.

При определении комплексного оценочного показателя суммарных приведенных затрат по порту или флоту в сопоставляемых вариантах учитываются только статьи расходов, изменяющихся при изменении числа технологических линий.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУЗОВ

Рис

Семена (зерно) одно- и многолетних трав семейства злаков, одна из важнейших зерновых культур. Различают рис шлифованный, полированный и дробленый. Отличается от других зерновых грузов чрезвычайной восприимчивостью к различным запахам и активной гигроскопичностью. Он имеет высокий процент влажности и при этом способен впитывать в себя влагу либо испарять ее в зависимости от параметров трюмного воздуха. В процессе перевозки потеря массы груза вследствие испарения влаги может достигать до 2,5%.

Груз, особенно нового урожая, очень требователен к аэрации, усиленному воздухообмену (по сравнению с другими злаковыми), что следует учитывать при укладке груза: зачастую для обеспечения сохранной перевозки требуется решетчатая подстилочная сепарация, устройство вентиляционных каналов, колодцев, рисовых продухов; при недостаточной вентиляции - дополнительные вентиляционные устройства и пр. При недостаточной аэрации может появиться затхлый, гнилостный запах; груз ухудшает свой внешний вид и качество. Самосогреванию, как правило, не подвержен. Тара: тканевые мешки (иногда двойные) массой от 50 до 100 кг. УПО - 1,3-1,8 м³/т, неочищенный - до 2 м³/т во многом зависит от места произрастания, вида и сорта риса.

Книги (бумага)

Изделия целлюлозно-бумажной промышленности, включает в себя бумагу, картон и изделия из них. Абсолютная влажность: бумаги - 4-10%, картона - 5-11%. Масса 1 м² (в граммах): бумаги - 16-250, картона - 250-2400.

Гигроскопический груз, впитываемая влага оказывает вредное влияние на продукцию: изменяет цвет, оставляет пятна, после высыхания - коробится. Под влиянием солнечного света - выцветает, местами меняет цвет. Подвержена загрязнению, пылеемка, легко впитывает любые жиры и нефтепродукты, отчего ухудшается качество и/или приходит в негодность, а также посторонние запахи.

Обладает высокой теплоемкостью и сравнительно низким коэффициентом теплопроводности, поэтому процессы нагревания и охлаждения груза, особенно в плотном штабеле, происходят очень медленно. Чувствительна к механическим повреждениям и деформации, что следует учитывать при проведении грузовых работ и перевозке. Особой осторожности из-за ее высокой стоимости требует перевозка высокосортной белой бумаги (для множительных аппаратов и пр.).

2. ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

Наименование: «Пятидесятилетие комсомола»

Тип: универсальное

Длина:	$l_c = 130,0$ м
Ширина:	$b_c = 17,8$ м
Осадка:	$H = 9,8$ м
Полное водоизмещение:	$D = 11830$ т
Валовая грузоподъемность:	$D_w = 8230$ т
Чистая грузоподъемность:	$D_{ch} = 7480$ т
Грузовместимость:	$W = 9708$ м³

Размеры грузовых помещений:

Трюмы	S/W	Твиндеки	S/W
15,0 x 8,7 x 3,8	175/600	15,5 x 12,5 x 3,0	193/680
15,2 x 15,0 x 4,8	226/1210	15,5 x 16,3 x 3,0	252/1000
15,4 x 16,5 x 4,5	254/1350	15,4 x 17,0 x 3,0	262/1000
16,5 x 16,5 x 5,4	272/1460	16,5 x 16,8 x 3,0	278/1080
9,0 x 5,6 x 4,0	455/390	14,0 x 12,0 x 4,0	165/1010

Размеры люков:

8,2 x 5,8 м
11,0 x 9,8 м
11,0 x 9,8 м
11,0 x 9,8 м
8,5 x 5,7 м

Эксплуатационные расходы на стоянке: $S_c = 20\,000$ руб/сут
Строительная стоимость судна: $K_c = 246\,900\,000$ руб

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ СУДНА

Определение количества груза на судне

$Q_c = \frac{W_c}{\bar{u}} \leq D_q$,
где Q_c – количество груза на судне, т;
 W_c – киповая грузовместимость судна, м³;
 $\bar{u}$ – средневзвешенное значение удельного погрузочного объема перевозимых грузов, м³/т;
 D_q – чистая грузоподъемность судна, т.

$$Q_c = \frac{9780}{1,66} = 5897,64 \approx 7480 \text{ т}$$

$\bar{u} = \frac{1}{\frac{D_1}{U_1} + \frac{D_2}{U_2}}$,
где D_1 и D_2 – доля грузов в грузопереработке ППК,
 U_1 и U_2 – удельные погрузочные объемы заданных грузов, м³/т.

$$\bar{u} = \frac{1}{\frac{0,7}{1,5} + \frac{0,3}{2,2}} = 1,66 \text{ м}^3/\text{т}$$

Определение количества груза в каждом грузовом помещении:

$$q_i = \frac{W_i Q_c K_0}{W_c},$$

где q_i – количество груза в i -м отсеке (трюм плюс твиндек), т;
 W_i – грузоподъемность i -го отсека, м³;
 K_0 – коэффициент допустимого отклонения от пропорционального распределения груза по грузовым помещениям, $K_0 = 1$.

$$q_1 = \frac{1280 * 5897,64 * 1}{9780} = 771,88 \text{ т}$$

$$q_2 = \frac{2210 * 5897,64 * 1}{9780} = 1332,70 \text{ т}$$

$$q_3 = \frac{2350 * 5897,64 * 1}{9780} = 1417,12 \text{ т}$$

$$q_4 = \frac{2540 * 5897,64 * 1}{9780} = 1531,70 \text{ т}$$

$$q_5 = \frac{1400 * 5897,64 * 1}{9780} = 844,24 \text{ т}$$

4. ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

4.1. Выбор технологических схем перегрузки грузов

Таблица 1

Показатели технологического процесса							
Наименование и класс груза	Варианты работ	Технологические схемы	Производительность технологической линии		Численность и расстановка рабочих	Норма выработки	Количество и типы погрузчиков
			Сменная КНВ	Часовая			
Рис в мешках М-50	Судно-вагон	Трюм-кран-причал погрузчик(2)-вагон	155	22,14	5+2+1+2+5	10,3	а/п-2
	Судно-склад	Трюм-кран-причал-погрузчик(2)-склад	222	31,71	6+2+1+2+1	18,5	а/п-2
	Склад-вагон	Склад-погрузчик(2)-вагон	154	22	5+2+4	14	а/п-2
Книги в ящиках Я-50	Судно-вагон	Трюм-кран-причал погрузчик(2)-вагон	141	20,14	5+2+1+2+5	9,4	а/п-2
	Судно-склад	Трюм-кран-причал-погрузчик(2)-склад	200	28,57	6+2+1+2+4	13,3	а/п-2
	Склад-вагон	Склад-погрузчик(2)-вагон	124	17,71	5+2+4	11,3	а/п-2

4.2. Краткая характеристика технологических схем

и перегрузочных средств

Описание технологических процессов

Рис в мешках

Судовая операция

Формирование "подъемов" производят вручную на плоских поддонах.

При выгрузке просвета трюма до начала работы старший трюма согласовывает с сигнальщиком место установки поддонов.

По команде сигнальщика портовые рабочие отходят к морской стороне трюма, на расстояние не менее 5 метров от согласованного места установки поддонов.

По команде сигнальщика крановщик опускает в трюм 5-6 плоских поддонов.

Рабочие трюмного звена, разбитые группами по 2 человека, устанавливают поддоны в согласованное место, отстрапливают захваты.

Согласованными движениями двое рабочих снимают верхние поддоны и раскладывают их в местах укладки груза в пределах просвета люка.

По два человека рабочие берут места и начинают формирование "подъемов".

Расформирование штабеля в трюме судна следует начинать от центра трюма к бортам и переборкам судна. При этом мешки выбираются послойно высотой не более 1,2 м. Таким образом, чтобы исключалась возможность сползания или падения отдельных мест в штабеле.

Укладка на поддоне производится послойно двойным "пятериком".

По окончании формирования подъема портовые рабочие производят его застропку с помощью захвата для поддонов и уходят в безопасное место.

По команде сигнальщика крановщик приподнимает подъем на 0,3 м.

Убедившись, что подъем застроплен надежно сигнальщик дает команду крановщику на перенос подъема.

Передаточная операция

Рабочие кордонного звена встречают "подъем", разворачивают его и устанавливают на заранее подготовленное место (размером не менее 5 x 5 м) так, чтобы погрузчик мог без лишних маневров удобно подъехать к "подъему".

Отстрапливают "подъем" по команде старшего звена, крановщик убирает захват и переносит его на судно.

Складская операция

Водитель погрузчика, оборудованного двухвилочным подхватом, берет "подъем" на поддоне и транспортирует его в склад.

Подъезжает к месту укладки в штабель, поднимает "подъем" на необходимую высоту и устанавливает в штабель

Укладка "подъемов" в штабель производится двумя равными рядами в три яруса по высоте согласно утвержденных схем размещенная грузов на причале. Верхний ярус "подъемов" размещается* с уступом в 0,5 "подъема" вдоль штабеля и в один "подъем" к торцам штабеля.

Погрузчик освободившись от пакета, опускает вилы на высоту 300 мм и следует за очередным "подъемом".

При разборке штабеля к подаче "подъемов" для погрузки груза в вагон, водитель погрузчика, оборудованного двухвилочным подхватом берет "подъем" за поддон и транспортирует его к вагону на рампу.

Вагонная операция

Вагонное звено рабочих с помощью специальных оттяжек открывает двери вагона.

При необходимости (работа на кордоне) устанавливается стол-рампа с помощью крана на расстоянии 100 мм от дверного проема вагона. Устанавливается переходной мостки. Против дверного проема устанавливается стопка из 3-4 поддонов.

Кран (водитель погрузчика) по команде старшего эвена подает "подъем" к вагону на высоту 300 мм до уровня стопки поддонов и по команде старшего останавливает "подъем".

Рабочие вагонного эвена (водитель погрузчика) нацеливает "подъем" на стопку поддонов и по команде старшего эвена крановщик (водитель погрузчика) опускает "подъем" на стопку поддонов.

Рабочие отстреливают пакет и, по команде старшего, крановщик убирает захват и переносят его в трюм.

Рабочие, разбившись по группам, берут по одному мешку и перемещают в вагон.

Штабель формируется из отдельных мест на полную высоту вагона "уступом" и наклоном к торцам вагона в 1,5-2,0°.

По окончании загрузки дверной проем зашивается жесткой сепарацией.

Книги в ящиках

Судовая операция

Подъемы формируются на плоских поддонах.

По команде сигнальщика рабочие уходят в безопасное место.

По команде сигнальщика крановщик подает в трюм стопку из 6 плоских поддонов.

После отстропки и выноса из трюма подвески для поддонов рабочие попарно, согласованными движениями снимают поддоны и разносят их к месту формирования "подъемов".

В трюме (твиндеке) груз выбирается с углублением до 1,2 м, "подъемы" формируются из плотно размещаемых относительно друг друга ящиков, без свесов за края поддона, в 3 яруса высотой (но не более 1,2 м) с полойной перевязкой стыков или без перевязки - в этом случае "подъем" крепится обвязочным поясом. Сформированный "подъем" стропится подвесками под торцы поддона.

Сигнальщик убедившись в надежности строповки и отсутствии рабочих на просвете, по команде старшего трюма, дает команду крановщику о переносе "подъема" из трюма на причал.

Кордонная операция

Крановщик опускает "подъем" на причал или грузовой стол на высоту 0,3 м от покрытия причала (стола). Рабочие разворачивают "подъем" в нужном направлении и крановщик плавно опускает его. Рабочий освобождает подвеску, отводит ее в сторону от "подъема" и по команде сигнальщика крановщик переносит ее в трюм. К "подъему" подъезжает автопогрузчик, захватывает его на вилы, перевозит по назначению.

Периодически рабочие застрапливают порожние поддоны и по команде сигнальщика крановщик подает их на судно.

Вагонная операция

Рабочие открывают двери вагона и устанавливают переходной мостик между вагоном и рампой (грузовым столом).

"Подъем", установленный на вагонный стол, рампу склада у дверного проема расформируется вручную. Ящики (коробки) в вагон перемещаются рабочими вручную и размещаются в штабеле по всей ширине и высоте вагона, начиная с торцов.

Штабели в вагоне формируются одновременно с обеих сторон уступами, высота которого не более 1,2 м

Просвет дверного проема вагона загружается по всей ширине.

По окончании загрузки вагона штабель в дверном проеме крепится жесткой сепарацией.

Внутрипортовая транспортная операция

Выполняется водителями вилочных погрузчиков г/п 1,5-5 т.

Водитель автопогрузчика транспортирует 1-2 пакета по высоте в устойчивом положении. При этом второй пакет не должен выступать за оградительную решетку более чем на 1/3 своей высоты.

Складская операция

При формировании штабеля водитель погрузчика забирает на вилы "подъем" и отвозит его к месту складирования, где устанавливает в устойчивом положении "подъемы" друг на друга. Штабель формируется ровными рядами в два "подъема" шириной и четыре высотой, с уступом в один "подъем" к торцам и в половину "подъема" к боковинам штабеля.

При расформировании штабеля водитель погрузчика подъезжает к штабелю, забирает на вилы 1-2 "подъема" и, убедившись в устойчивости оставшихся в штабеле, опускает его в транспортное положение.

"Подъемы", сформированные из отдельных мест без перевязки стыков, крепятся обвязочным поясом и в транспортном положении доставляются к вагону или автомашине.

Характеристика средств механизации

Портальный кран

Тип:	"Ганц"
Страна-изготовитель:	Венгрия
Грузоподъемность:	5 т
Вылет стрелы	
наибольший:	30м
наименьший:	8 м
Ширина колеи портала:	10,5 м
Скорость	
подъема:	70 м/мин
изменения вылета стрелы:	60 м/мин
передвижения стрелы:	35 м/мин
Частота вращения:	1,75 мин ⁻¹
Стоимость:	500 000 \$ (12 500 000 руб)

Автопогрузчик

Модель:	TOYOTA 02-7FD35
Грузоподъемность:	3,5 т
Тип двигателя:	Дизельный
Максимальная высота подъема:	3 м
Ширина погрузчика:	1,35 м
Высота погрузчика:	2,14 м
Радиус разворота:	2,6 м
Стоимость:	80 000 \$ (2 000 000 руб)

5. РАСЧЕТ МИНИМАЛЬНОГО И МАКСИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ОБРАБОТКЕ СУДНА

Минимальное число технологических линий:

$$N_{\min} = \frac{\overline{M}_q}{\overline{P}_{cm} n_{cm}},$$

где $\overline{M}_q$ - средневзвешенная по доле груза чистая норма грузовых работ, т/судо-сут.;

$\overline{P}_{cm}$ - средневзвешенная с учетом вариантов работ и доли грузов в грузопереработке ППК
сменная производительность одной технологической линии, т/см;

n_{cm} - число смен работы порта в течение суток;

$$N_{\min} = \frac{1788,19}{183,51 * 3} = 3,25 = 4$$

$$\overline{M}_q = \frac{\overline{M}_y}{K_y},$$

где $\overline{M}_y$ - средневзвешенная укрупненная (валовая) норма грузовых работ, т/судо-сут.;

K_y - коэффициент перехода от валовой к чистой норме грузовых работ, $K_y = 0,7$;

$$\overline{M}_q = \frac{1251,73}{0,7} = 1788,19 \text{ т/судо-сут.}$$

$$\overline{M}_y = \frac{100}{\frac{D_1}{M_{y1}} + \frac{D_2}{M_{y2}}},$$

где D_1 и D_2 – доля грузов в грузопереработке ППК;

M_{y1} и M_{y2} - укрупненная (валовая) норма грузовых работ для первого и второго грузов;

$$\overline{M}_y = \frac{100}{\frac{70}{1350} + \frac{100}{1070}} = 1251,73 \text{ т/судо-сут.}$$

$$\overline{P}_{cm} = \frac{100}{\frac{D_1}{P_{cm1}} + \frac{D_2}{P_{cm2}}},$$

где $\overline{P}_{cmi}$ - средневзвешенная по вариантам работ сменная производительность одной технологической линии, т/см;

$$\overline{P}_{cm} = \frac{100}{\frac{70}{189,27} + \frac{30}{171,32}} = 183,51 \text{ т/см}$$

$$\bar{P}_{cmi} = \frac{1}{\frac{K_{mp}}{P_{npi}} + \frac{1 - K_{mp}}{P_{скли}}},$$

где K_{mp} - коэффициент транзитности, т/судо-сут.;
 P_{npi} и $P_{скли}$ - сменная производительность одной технологической линии для прямого и складского варианта, т/см;

$$\bar{P}_{cm1} = \frac{1}{\frac{0,4}{155} + \frac{1 - 0,4}{222}} = 189,27 \text{ т/см}$$

$$\bar{P}_{cm2} = \frac{1}{\frac{0,4}{141} + \frac{1 - 0,4}{200}} = 171,32 \text{ т/см}$$

Максимальное число технологических линий должно устанавливаться исходя из возможности работы линий по ограничениям судна и берега:

$$N_{\max} = \min \{ N'_{\max}; N''_{\max} \},$$

где $N'_{\max}$ – максимальное число технологических линий, рассчитанное с учетом конструктивных особенностей и загрузки судна;
 $N''_{\max}$ – максимально возможное число технологических линий, установленное с учетом безопасности работ с позиции берега.

$$N'_{\max} = \frac{n_{mr} * \tau_c}{\tau_{\max}},$$

где τ_c и $\tau_{\max}$ - продолжительность работы технологических линий по судну в целом, машино-смены и соответственно наибольшая продолжительность обработки какого-либо отсека, смены

n_{mr} - допустимое число технологических линий на одном отсеке.

$$n_{mr} = \frac{l_l}{l_{зан}},$$

где l_l - длина люка судна, $l_l = 11$ м;
 $l_{зан}$ - рабочая зона одного «подъема», м.

$$n_{mr1} = \frac{8,5}{4,16} = 2$$

$$n_{mr2} = \frac{11}{4,16} = 2$$

$$n_{mr3} = \frac{11}{4,16} = 2$$

$$n_{mr4} = \frac{11}{4,16} = 2$$

$$n_{mr5} = \frac{8,5}{4,16} = 2$$

$$l_{зан} = l_0 + 2l_3,$$

где l_0 – длина подъема по диагонали, $l_0 = 2,16$ м;

l_3 – величина запаса необходимого для безопасного прохождения груза, $l_3 = 1$ м;

$$l_{зан} = 2,16 + 2*1 = 4,16$$

$$\tau_c = \frac{Q_c}{\bar{P}_{cm}} = \frac{\sum q_i}{\bar{P}_{cm}},$$

$$\tau_c = \frac{5897,64}{183,51} = 32,14 \text{ см}$$

$$\tau_{c1} = \frac{771,88}{183,51} = 4,21 \text{ см}$$

$$\tau_{c2} = \frac{1332,70}{183,51} = 7,26 \text{ см}$$

$$\tau_{c3} = \frac{1417,12}{183,51} = 7,72 \text{ см}$$

$$\tau_{c4} = \tau_{\max} = \frac{1531,70}{183,51} = 8,35 \text{ см}$$

$$\tau_{c5} = \frac{844,24}{183,51} = 4,60 \text{ см}$$

$$N''_{\max} = \frac{L_{\phi p}}{l_{зк}},$$

где $L_{\phi p}$ – длина оперативного фронта работ, м;

$l_{зк}$ – величина рабочей зоны, необходимой для работы одного крана, м;

$$N''_{\max} = \frac{97,5}{16,25} = 6$$

$$L_{\phi p} = l_c - l_{над},$$

где l_c – наибольшая длина судна, м;

$l_{над}$ – длина надстроек на судне, $l_{над} = 0,25 l_c$, м;

$$L_{\phi p} = 130 - 0,25 * 130 = 97,5 \text{ м}$$

$$l_{\text{эк}} = R_{\min} + \frac{b_k}{2} + l'_3,$$

где $R_{\min}$ - минимальный вылет стрелы крана, $R_{\min} = 8$ м;

b_k - ширина колеи портала крана, $b_k = 10,5$ м;

l'_3 - величина запаса, необходимая по технике безопасности, $l'_3 = 3$ м;

$$l_{\text{эк}} = 8 + \frac{10,5}{2} + 3 = 16,25 \text{ м}$$

$$\tau_{\max} = 8,35$$

$$N'_{\max} = \frac{2 * 32,14}{8,35} = 8$$

По рассчитанным значениям числа технологических линий от $N_{\min}$ до $N_{\max}$, устанавливается вариантный ряд числа технологических линий с интервалом в одну линию: $N_{\text{мл}} = 4, 5, 6$.

6. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПЕРЕГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА

6.1 Расчет интенсивности грузовых работ и числа причалов

Расчеты раздела выполняются для всех значений вариантного ряда количества технологических линий и величин грузопереработки.

Средняя интенсивность обработки судна в тоннах/судо-час:

$$M_c = \frac{\bar{P}_{\text{см}} N_{\text{мл}} n_{\text{см}} (1 - K_{\text{см}})}{24},$$

где $N_{\text{мл}}$ - число технологических линий на обработке судна;

$K_{\text{см}}$ - коэффициент, учитывающий влияние концентрации технологических линий на среднюю производительность линии;

$$M_{\text{с1}} = \frac{183,51 * 4 * 3 * 1}{24} = 91,75 \text{ т/судо-час}$$

$$M_{\text{с2}} = \frac{183,51 * 5 * 3 * 0,95}{24} = 108,96 \text{ т/судо-час}$$

$$M_{\text{с3}} = \frac{183,51 * 6 * 3 * 0,9}{24} = 123,87 \text{ т/судо-час}$$

$$P_c = \frac{24Q_c}{\frac{Q_c}{M_c} + t_{всп}},$$

где $t_{всп}$ - длительность вспомогательных операций с судном у причала, не совмещаемых по времени с грузовыми, $t_{всп} = 0,5$ ч;

$$P_{c1} = \frac{\frac{24 * 5897,64}{5897,64}}{91,75} + 0,5 = 2185,08 \text{ т/сут.}$$

$$P_{c2} = \frac{\frac{24 * 5897,64}{5897,64}}{108,96} + 0,5 = 2591,03 \text{ т/сут.}$$

$$P_{c3} = \frac{\frac{24 * 5897,64}{5897,64}}{123,87} + 0,5 = 2941,91 \text{ т/сут.}$$

$$N_{пр} = \frac{Q_{г} k_{мн}}{(T_{н} P_{сут} K_{мет} K_{зан})},$$

где $Q_{г}$ – заданный объем грузопереработки, ф-тонны;
 $k_{мн}$ – коэффициент месячной неравномерности поступления груза в порт, $k_{мн} = 1,2$;
 $T_{н}$ – длительность навигационного периода, $T_{н} = 365$ сут.;
 $K_{мет}$ - коэффициент учитывающий перерывы в работе по метеорологическим причинам, $K_{мет} = 0,8$;
 $K_{зан}$ – коэффициент занятости причалов под обработку судна, $K_{зан} = 0,6$;

Для грузопереработки Q_1 :

$$N_{пр1} = \frac{390000 * 1,2}{365 * 2185,08 * 0,8 * 0,6} = 2$$

$$N_{пр2} = \frac{390000 * 1,2}{365 * 2591,03 * 0,8 * 0,6} = 2$$

$$N_{пр3} = \frac{390000 * 1,2}{365 * 2941,91 * 0,8 * 0,6} = 1$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$N_{пр1} = \frac{730000 * 1,2}{365 * 2185,08 * 0,8 * 0,6} = 3$$

$$N_{пр2} = \frac{730000 * 1,2}{365 * 2591,03 * 0,8 * 0,6} = 2$$

$$N_{\text{пр3}} = \frac{730000 * 1,2}{365 * 2941,91 * 0,8 * 0,6} = 2$$

6.2 Расчет затрат по порту

В числах приведены расчеты для первого варианта количества технологических линий грузопереработки Q_1

Капиталовложения по порту:

$$K_{\text{п}} = K_{\text{м}} + K_{\text{о}},$$

где $K_{\text{м}}$ – капиталовложения в средства механизации, руб;
 $K_{\text{о}}$ – капиталовложения в общепортовые сооружения, руб;

$$K_{\text{п}} = 140\,000\,000 + 72\,500\,000 = 212\,500\,000 \text{ руб}$$

$$K_{\text{м}} = \sum S_{\text{б}} N_{\text{р}},$$

где $S_{\text{б}}$ – балансовая стоимость машины, руб;
 $N_{\text{р}}$ – расчетное число машин по данному варианту технологической линии, руб.

$$K_{\text{м}} = 8 * 12\,500\,000 + 20 * 2\,000\,000 = 140\,000\,000 \text{ руб}$$

$$N_{\text{р}} = N_{\text{пр}} N_{\text{гл}} n_{\text{м}} K_{\text{см}} K_{\text{рем}},$$

где $n_{\text{м}}$ – число машин одного типа;
 $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности причалов, $K_{\text{см}} = 0,8$;
 $K_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий вывод машины на ремонт ($K_{\text{рем кр}} = 1,1$; $K_{\text{рем п}} = 1,5$);

$$N_{\text{р кр}} = 2 * 4 * 1 * 0,8 * 1,1 = 8$$

$$N_{\text{р ап}} = 2 * 4 * 2 * 0,8 * 1,5 = 20$$

$$K_{\text{о}} = K_{\text{пм}} L_{\text{пр}} N_{\text{пр}},$$

где $K_{\text{пм}}$ – стоимость строительства 1м причальной линии, $K_{\text{пм}} = 250$ тыс. руб;
 $L_{\text{пр}}$ – длина причала ($L_{\text{пр}} = l_{\text{с}} + 20 = 150$ м)

$$K_{\text{о}} = 250\,000 * 150 * 2 = 72\,500\,000 \text{ руб}$$

Эксплуатационные расходы по порту:

$$R_{\text{п}} = S_{\text{ам}} + S_{\text{рем}} + S_{\text{ао}} + S_{\text{р}},$$

где $S_{\text{ам}}$ – расходы амортизацию перегрузочного оборудования, руб;
 $S_{\text{рем}}$ – расходы на текущий ремонт перегрузочного оборудования, руб;
 $S_{\text{ао}}$ – расходы на амортизацию и ремонт портовых сооружений, руб;
 $S_{\text{р}}$ – расходы на зарплату портовых рабочих, руб;

$$R_{\text{п}} = 21\,000\,000 + 700\,000 + 4\,350\,000 + 6\,593\,126,4 = 32\,643\,126,4 \text{ руб}$$

$$S_{\text{ам}} = K_{\text{м}} \frac{a}{100},$$

где a – процент амортизационных отчислений для кранов и погрузчиков, $a = 15\%$;

$$S_{\text{ам}} = 140\,000\,000 * \frac{15}{100} = 21\,000\,000 \text{ руб}$$

$$S_{\text{рем}} = \frac{K_{\text{м}} b_{\text{м}}}{100},$$

где $b_{\text{м}}$ – норма отчислений на текущий ремонт перегрузочного оборудования,
 $b_{\text{м}} = 0,5\%$;

$$S_{\text{рем}} = \frac{140\,000\,000 * 0,5}{100} = 700\,000 \text{ руб}$$

$$S_{\text{ао}} = K_{\text{о}} * \frac{a_0 + b_0}{100},$$

где a_0 и b_0 – нормы отчислений на амортизацию и ремонт портовых сооружений ($a_0 = 5\%$,
 $b_0 = 1\%$);

$$S_{\text{ао}} = 72\,500\,000 * \frac{5 + 1}{100} = 4\,350\,000 \text{ руб}$$

$$S_{\text{р}} = K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{соц}} T_{\text{н}} T_{\text{пов}} \sum N_{\text{р}} \tau,$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент учитывающий дополнительную зарплату и различные доплаты портовым рабочим, $K_{\text{д}} = 1,6$;

$K_{\text{р}}$ – коэффициент районной надбавки, $K_{\text{р}} = 1,6$;

$K_{\text{соц}}$ – коэффициент отчисления в социальные фонды, $K_{\text{соц}} = 1,4$;

$T_{\text{пов}}$ – тарифная ставка на повременные работы, $T_{\text{пов}} = 35$ руб;

τ – норматив на техническое обслуживание машин ($\tau_{\text{кр}} = 8$ ч, $\tau_{\text{п}} = 4$ ч);

$$S_{\text{р}} = 1,6 * 1,6 * 1,4 * 35 * 365 * 35 * (8 * 8 + 20 * 4) = 6\,593\,126,4 \text{ руб}$$

$$\Pi_{\text{п}} = (R_{\text{п}} + E_{\text{н}} K_{\text{п}}) K_{\text{исп}},$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент капитальных вложений, $E_{\text{н}} = 0,15$;

$K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования причалов по времени, $K_{\text{исп}} = 1$;

$$\Pi_{\text{п}} = (32\,643\,126,4 + 0,15 * 212\,500\,000) * 1 = 53\,643\,126,4 \text{ руб}$$

Расчеты по разделу сведены в таблицу:

Таблица 2

Приведенные затраты по порту для различного числа технологических линий (руб.)

Затраты по порту	Число технологических линий		
	$N_{\text{тл}} = 4$	$N_{\text{тл}} = 5$	$N_{\text{тл}} = 6$
Грузопереработка Q_1			
Капвложения в средства механизации	140 000 000	160 500 000	105 000 000

Капвложения в общепортовые инженерные сооружения	72 500 000	72 500 000	36 250 000
Капвложения, всего	212 500 000	233 000 000	141 250 000
Амортизация средств механизации	21 000 000	24 075 000	15 750 000
Ремонт средств механизации	952 400	887 200	365 600
Амортизация и ремонт портовых сооружений	4 350 000	4 350 000	2 175 000
Расходы на техническое обслуживание машин	6 593 126,4	7 691 980,8	4 944 844,8
Эксплуатационные расходы, всего	32 643 126,4	36 919 480,8	23 394 844,8
Приведенные затраты по порту	53 643 126,4	60 994 480,8	39 144 844,8
Грузопереработка Q₂			
Капвложения в средства механизации	195 500 000	160 500 000	195 500 000
Капвложения в общепортовые инженерные сооружения	6 525 000	4 350 000	4 350 000
Капвложения, всего	304 250 000	233 000 000	268 000 000
Амортизация средств механизации	21 000 000	24 075 000	15 750 000
Ремонт средств механизации	29 325 000	24 075 000	29 325 000
Амортизация и ремонт портовых сооружений	6 525 000	4 350 000	4 350 000
Расходы на техническое обслуживание машин	9 340 262,4	7 691 980,8	9 340 262,4
Эксплуатационные расходы, всего	46 167 762,4	36 919 480,8	43 992 762,4
Приведенные затраты по порту	75 492 762,4	60 994 480,8	73 317 762,4

При увеличении количества технологических линий приведенные затраты по порту уменьшаются. Это связано с увеличением интенсивности обработки судна и суточной пропускной способности причала, вследствие чего уменьшается количество причалов, необходимых для освоения грузооборота.

6.3 Расчет затрат по флоту

В числах приведены расчеты для первого варианта количества технологических линий грузопереработки Q₁

Приведенные затраты по флоту:

$$\Pi_{\phi} = S_{\phi} + E_n K_{\phi},$$

где S_φ - эксплуатационные расходы по флоту, связанные со стоянкой судна в порту, руб;
E_н – нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений во флот, E_н=0,15;
K_φ – капиталовложения во флот в доле стояночного времени судов в порту, руб.

$$\Pi_{\phi} = 3\,791\,195,81 + 0,15 * 141\,825\,188,6 = 25\,064\,974,1 \text{ руб}$$

Число судозаходов за навигацию для освоения заданного грузопотока:

$$n_c = \frac{Q_c}{Q_c},$$

$$n_c = \frac{390000}{5897,64} = 66,13$$

Интенсивность судопотока, определяющее среднее число судов, прибывающих в порт в течение суток:

$$\lambda = \frac{n_c}{T_n} = \frac{Q_c}{Q_c T_n},$$

$$\lambda = \frac{66,13}{365} = 0,18$$

Средний простой судна в ожидании очереди к причалу. Для простейшего потока, распределенного по закону Пуассона, рассчитывается по различным формулам, зависящим от значения числа причалов:

при $N_{np} = 1$

$$t_{ож} = \frac{\lambda t_{zp}^2}{1 - \lambda t_{zp}},$$

при $N_{np} = 2$

$$t_{ож} = \frac{(\lambda t_{zp})^2 t_{zp}}{4 - (\lambda t_{zp})^2},$$

при $N_{np} = 3$

$$t_{ож} = \frac{(\lambda t_{zp})^3 t_{zp}}{18 + 6 - \lambda t_{zp} - (\lambda t_{zp})^2 - (\lambda t_{zp})^3},$$

где t_{zp} - время грузовых операций на судне, сут.

$$t_{ож} = \frac{(0,18 * 2,68)^2 * 2,68}{4 - (0,18 * 2,68)^2} = 0,17 \text{ сут}$$

$$t_{гр} = \frac{Q_c}{24 M_c},$$

$$t_{гр} = \frac{5897,64}{24 * 91,75} = 2,68 \text{ сут}$$

Стояночное время судна в порту в сутках за один судозаход:

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{ож}},$$

$$t_{\text{ст}} = 2,68 + \frac{0,5}{24} + 0,17 = 2,87 \text{ сут}$$

Общее стояночное время судов в порту:

$$\Sigma t_{\text{ст}} = t_{\text{ст}} n_{\text{с}},$$

$$\Sigma t_{\text{ст}} = 2,87 * 66,13 = 189,56 \text{ сут}$$

$$S_{\phi} = S_{\text{с}} \Sigma t_{\text{ст}},$$

где $S_{\text{с}}$ - себестоимость содержания судна за сутки стоянки судна в порту, руб.

$$S_{\phi} = 20\,000 * 189,56 = 3\,791\,195,81 \text{ руб}$$

$$K_{\phi} = \frac{K_{\text{с}}}{T_{\text{э}}} \Sigma t_{\text{ст}},$$

$$K_{\phi} = \frac{246900000}{330} * 189,56 = 141\,825\,188,6 \text{ руб}$$

Расчеты по разделу сведены в таблицу:

Таблица 3

Затраты по флоту для различного числа технологических линий

Затраты по порту	Число технологических линий		
	$N_{\text{тл}} = 4$	$N_{\text{тл}} = 5$	$N_{\text{тл}} = 6$
Грузопереработка Q_1			
Число судозаходов за навигацию	66,13	66,13	66,13
Интенсивность судопотока	0,18	0,18	0,18
Средний простой судна, сут	0,17	0,10	1,11
Время грузовых операций на судне, сут	2,68	2,26	1,98
Стояночное время судна в порту в сутках за один судозаход, сут	2,87	2,37	3,12
Общее стояночное время судов в порту	189,56	157,02	206,18
эксплуатационные расходы по флоту, связанные со стоянкой судна в порту, руб	3 791 195,81	3 140 313,46	4 123 531,22
Капиталовложения во флот, руб	141 825 188,6	11 747 6271,8	154 257 554,2
Приведенные затраты по флоту, руб	25 064 974,1	20 761 754,24	27 262 164,34
Грузопереработка Q_2			
Число судозаходов за навигацию	123,78	123,78	123,78
Интенсивность судопотока	0,34	0,34	0,34
Средний простой судна, сут	0,09	0,39	0,25
Время грузовых операций на судне, сут	2,68	2,26	1,98

Стояночное время судна в порту в сутках за один судозаход, сут	2,79	2,66	2,26
Общее стояночное время судов в порту	345,83	329,56	279,47
Эксплуатационные расходы по флоту, связанные со стоянкой судна в порту, руб	6 916 668,06	6 591 185,27	5 589 392,91
Капиталовложения во флот, руб	258 746 264,4	246 570 249	209 094 107,4
Приведенные затраты по флоту, руб	45 728 607,72	43 576 722,62	36 953 509,01

При увеличении числа технологических линий на обработке судна затраты по флоту уменьшаются (за исключением варианта с шестью технологическими линиями при первой величине грузопереработки). Это связано с увеличением средней интенсивности обработки судна, которая влияет на время грузовых операций на судне и, следовательно, на общее стояночное время судов в порту. При грузопереработке Q_1 и числе технологических линий $N_{\text{тл}}=6$, для обработки судна требуется один причал. Это увеличивает время простоя судна в ожидании очереди на обработку, что в конечном итоге увеличивает затраты по флоту.

6.4. Выбор и обоснование оптимального числа технологических линий

Для каждого из значений числа технологических линий, входящих в вариантный ряд, определяется ком-плексный оценочный показатель - суммарные приведенные затраты по флоту и порту:

$$\Pi = \Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{ф}},$$

Для грузопереработки Q_1 :

$$\Pi_1 = 53\,643\,126,4 + 25\,064\,974,1 = 78\,708\,100,50 \text{ руб}$$

$$\Pi_2 = 60\,994\,480,8 + 20\,761\,754,24 = 81\,756\,235,04 \text{ руб}$$

$$\Pi_3 = 39\,144\,844,8 + 27\,262\,164,34 = 66\,407\,009,14 \text{ руб}$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$\Pi_1 = 75\,492\,762,4 + 45\,728\,607,72 = 121\,221\,370,12 \text{ руб}$$

$$\Pi_2 = 60\,994\,480,8 + 43\,576\,722,62 = 104\,571\,203,42 \text{ руб}$$

$$\Pi_3 = 73\,317\,762,4 + 36\,953\,509,01 = 110\,271\,271,41 \text{ руб}$$

Минимальное значение суммарных приведенных затрат будет соответствовать оптимальному числу технологических линий на обработке судна. Для первого значения грузопереработки $N_{\text{тл}} = 6$, для второго $N_{\text{тл}} = 5$.

Результаты расчетов затрат по порту, флоту и суммарных затрат представлены на графиках:

График зависимости затрат от количества технологических линий для грузопереработки Q₁

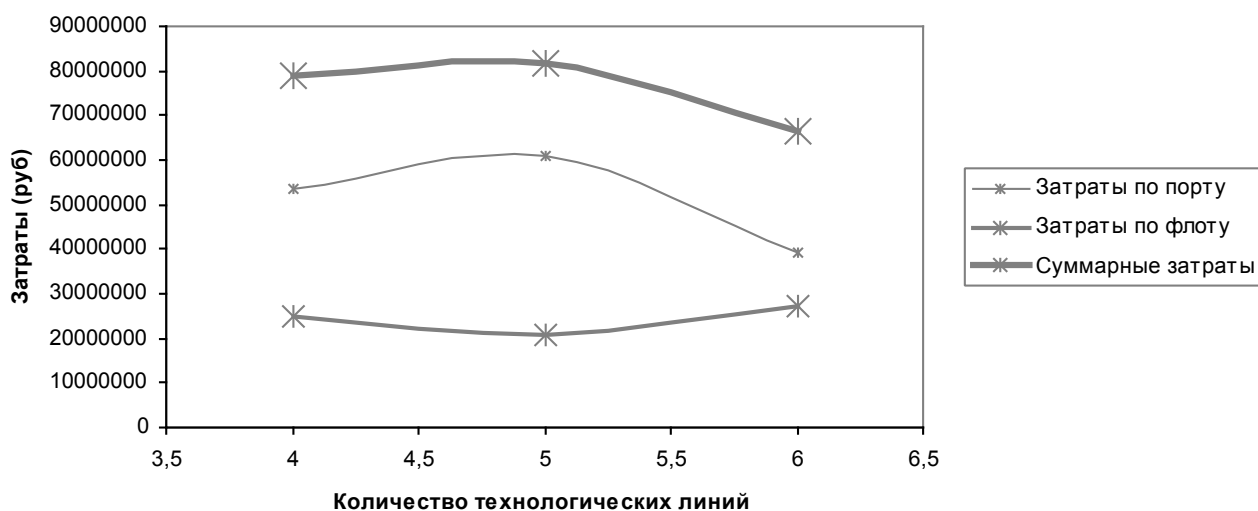
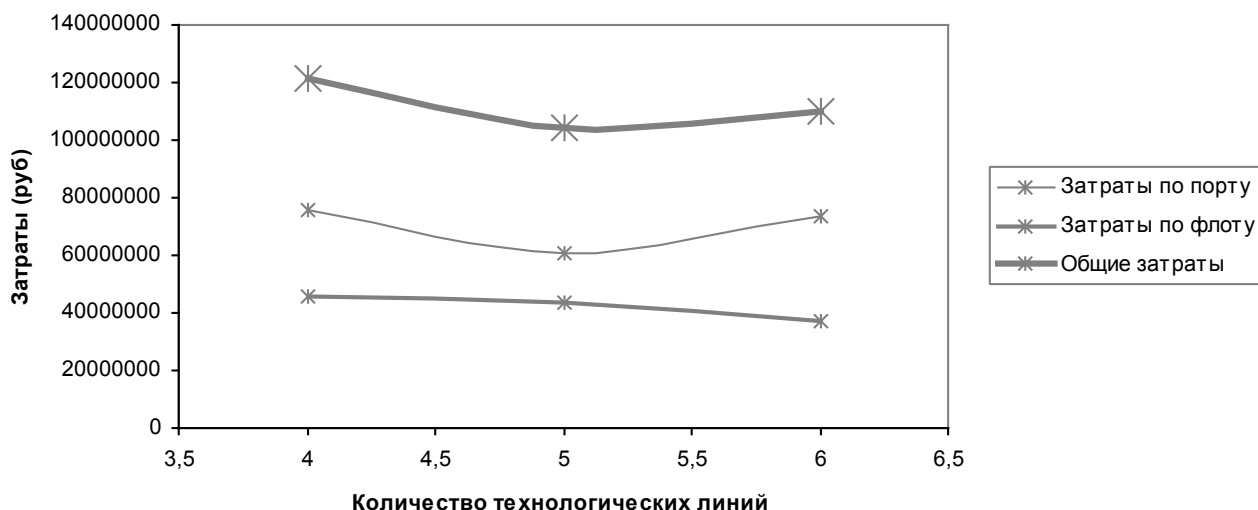


График зависимости затрат от количества технологических линий для грузопереработки Q₂



Экономический эффект, который может быть получен при использовании на обработке судов оптимального числа технологических линий:

$$\mathcal{E} = \Pi_{\text{баз}} - \Pi_{\text{опт}},$$

где $\Pi_{\text{баз}}$ - суммарные приведённые затраты, соответствующие обработке судов минимальным числом технологических линий, руб;

$\Pi_{\text{опт}}$ - суммарные приведённые затраты, соответствующие оптимальному числу технологических линий, руб.

Для грузопереработки Q₁:

$$\mathcal{E} = 78\,708\,100,50 - 66\,407\,009,14 = 12\,301\,091,35 \text{ руб}$$

Для грузопереработки Q₂:

$$\Xi = 121\,221\,370,12 - 104\,571\,203,42 = 10\,950\,098,71 \text{ руб}$$

Экономия (или увеличение) эксплуатационных расходов по флоту:

$$\Delta R_{\phi} = S_c (\Sigma t_{\text{ст}}^{\text{баз}} - \Sigma t_{\text{ст}}^{\text{опт}}),$$

где $\Sigma t_{\text{ст}}^{\text{баз}}$ и $\Sigma t_{\text{ст}}^{\text{опт}}$ - стояночное время судов при обработке соответственно минимальным и оптимальным числом технологических линий, сут.

Для грузопереработки Q_1 :

$$\Delta R_{\phi} = 20\,000 * (189,56 - 206,18) = -332\,335,41 \text{ руб}$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$\Delta R_{\phi} = 205\,000 * (345,83 - 329,56) = 1\,327\,275,16 \text{ руб}$$

Экономия (или увеличение) эксплуатационных расходов по порту:

$$\Delta R_{\pi} = R_{\pi}^{\text{баз}} - R_{\pi}^{\text{опт}},$$

Для грузопереработки Q_1 :

$$\Delta R_{\pi} = 32\,643\,126,40 - 23\,394\,844,80 = 9\,248\,281,6 \text{ руб}$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$\Delta R_{\pi} = 46\,167\,762,40 - 43\,992\,762,40 = 2\,175\,000 \text{ руб}$$

Положительный экономический эффект достигается за счет уменьшения суммарных приведенных затрат по флоту и порту. Экономия эксплуатационных расходов достигается путем уменьшения общего стояночного времени судна в порту. При первом значении грузооборота при оптимальном числе технологических линий наблюдается его увеличение, что увеличивает эксплуатационные расходы по флоту. Однако это не влияет на конечный показатель затрат. Эксплуатационные расходы по порту снижаются за счет снижения расходов на техническое обслуживание, ремонт и амортизацию перегрузочного оборудования и портовых сооружений.

6.5. Обоснование потребности в технических ресурсах

Для оптимального числа технологических линий рассчитываются технические ресурсы, которые необходимо иметь на перегрузочном комплексе для перевалки заданного объема грузов.

Количество основных перегрузочных машин:

$$N_{\text{кр}} = N_{\text{пр}} * N_{\text{опт}}^{\text{тл}} * K_{\text{см}} * K_{\text{рем}},$$

где $N_{\text{опт}}^{\text{тл}}$ - оптимальное число технологических линий;

$N_{\text{пр}}$ - число причалов соответствующее оптимальному числу технологических линий.

Для грузопереработки Q_1 :

$$N_{\text{кр}} = 1 * 6 * 0,8 * 1,1 = 6$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$N_{кр} = 2 * 5 * 0,8 * 1,1 = 9$$

Число автопогрузчиков, необходимое для обеспечения ра-боты технологических линий на обработке судов:

$$N_{п} = N_{пр} * N_{опт\ тл} * n_{м} * K_{см} * K_{рем},$$

Для грузопереработки Q_1 :

$$N_{п} = 1 * 6 * 2 * 0,8 * 1,5 = 15$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$N_{п} = 2 * 5 * 2 * 0,8 * 1,5 = 24$$

Потребность в средствах малой механизации (автопогрузчиках), необходимых для перегрузки грузов в тыловой зоне:

$$N_{п\ тыл} = \frac{(1 - K_{мр}) Q_{с} K_{н} K_{в}}{P f_{м}},$$

где $K_{н}$ – коэффициент неравномерности использования машин, $K_{н} = 1,1$;
 $K_{в}$ - коэффициент, учитывающий использование машин на внепортовых и хозяйственных работах, $K_{в} = 1,2$;
 P – производительность машины технологической схеме, т/ч;
 $f_{м}$ - бюджет времени работы одной машины, $f_{м} = 4000$ ч.

Для грузопереработки Q_1 :

$$N_{п\ тыл} = \frac{(1 - 0,4) * 390000 * 1,1 * 1,2}{20,51 * 4000} = 4$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$N_{п\ тыл} = \frac{(1 - 0,4) * 730000 * 1,1 * 1,2}{20,51 * 4000} = 8$$

$$P = \frac{100}{\frac{D_1}{P_{тыл1}} + \frac{D_2}{P_{тыл2}}},$$

где $P_{тыл1}$ и $P_{тыл2}$ - часовая смешанная производительность по тыловому варианту работ, т/ч.

$$P = \frac{100}{\frac{70}{22} + \frac{30}{17,71}} = 20,51 \text{ т/ч}$$

6.6. Определение численности докеров-механизаторов на судовых и вагонных работах

Численность докеров-механизаторов на ППК должна обеспечивать обработку судов с заданной интенсивностью и выполнение перегрузочных работ в тыловой зоне по вариантам "вагон - склад" или обратно.

Численность докеров-механизаторов, необходимых для обеспечения обработки судов на ППК с заданной интенсивностью:

$$E_{p \text{ суд}} = N_{\text{пр}} * N_{\text{опт. тл}} * n_p * n_{\text{см}} * K_{\text{сп}},$$

где n_p – средневзвешенная (по доле грузов и коэффициенту транзитности) численность рабочих в технологической линии для обработки судов;
 $K_{\text{сп}}$ – коэффициент списочности, учитывающий превышение списочной численности рабочих над явочной, $K_{\text{сп}}=1,2$.

Для грузопереработки Q_1 :

$$E_{p \text{ суд}} = 1 * 6 * 13,71 * 3 * 1,2 = 297$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$E_{p \text{ суд}} = 2 * 5 * 13,71 * 3 * 1,2 = 494$$

$$n_p = \frac{100}{\frac{D_1}{n_{p1}} + \frac{D_2}{n_{p2}}},$$

где n_{p1} и n_{p2} – средневзвешенная по вариантам работ численность рабочих в технологической линии по обработке судов.

$$n_p = \frac{100}{\frac{70}{13,04} + \frac{30}{15,58}} = 13,71$$

$$n_{pi} = \frac{1}{\frac{K_{mp}}{n_{np}} + \frac{1 - K_{mp}}{n_{ск}}},$$

где n_{np} и $n_{ск}$ - численность рабочих по прямому и складскому вариантам работ.

$$n_{p1} = \frac{1}{\frac{0,4}{15} + \frac{0,6}{12}} = 13,04$$

$$n_{p1} = \frac{1}{\frac{0,4}{15} + \frac{0,6}{16}} = 15,58$$

Потребность в докерах-механизаторах для выполнения вагонных работ в тыловой зоне по варианту «вагон – склад» или обратно:

$$E_{p \text{ ваг}} = \frac{(1 - K_{mp}) Q_c n_p K_{вс}}{T_n P_{тыл}},$$

где n_p – количество рабочих в технологической линии по перегрузке груза по тыловому варианту работ;
 $K_{вс}$ - коэффициент, учитывающий выполнение вспомогательных и внепортовых работ, $K_{вс}=1,3$;
 $P_{тыл}$ - сменная производительность технологической линии по перегрузке грузов для тыловых вариантов, т/смен.

Для грузопереработки Q_1 :

$$E_{p \text{ ваг}} = \frac{(1 - 0,4) * 390000 * 11 * 1,3 * 1,2}{365 * 20,51 * 7} = 77$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$E_{p \text{ ваг}} = \frac{(1 - 0,4) * 730000 * 11 * 1,3 * 1,2}{365 * 20,51 * 7} = 144$$

Общая численность докеров-механизаторов на ППК складывается из численности рабочих на судовых и вагонных работах:

$$N_{\text{раб}} = E_{p \text{ суд}} + E_{p \text{ ваг}},$$

Для грузопереработки Q_1 :

$$N_{\text{раб}} = 297 + 77 = 374$$

Для грузопереработки Q_2 :

$$N_{\text{раб}} = 494 + 144 = 638$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью курсового проекта являлось решение управленческой задачи по определению и оптимизации ресурсов портового перегрузочного комплекса, необходимых для выполнения заданного объема работ.

С этой целью была определена загрузка расчетного судна, установлен вариантный ряд технологических линий на обработке судна начиная от минимально необходимого до максимально возможного. Произведен выбор технологических схем перегрузки грузов и дано их краткое описание. Приведены характеристики грузов, перегрузочного оборудования и расчетного

судна. Была рассчитана интенсивность грузовых работ и числа причалов, определены затраты по порту и флоту для всех вариантов числа технологических линий и значений грузооборота. Произведен и обоснован выбор оптимального числа технологических линий и потребности в технических и людских ресурсах.

При определении загрузки судна было установлено количество груза на расчетном судне и его распределение по отдельным грузовым отсекам.

Выбор вариантного ряда количества технологических линий на обработке судна был произведен с учетом обеспечения обработки судна в сроки, предусмотренные нормами, а так же исходя из возможности работы линий по ограничениям судна и берега.

При оптимизации ресурсов ППК была определена средняя интенсивность обработки судна, суточная пропускная способность причала и потребное их количество. Произведены расчеты приведенных затрат по порту и флоту, зависящих от капиталовложений и эксплуатационных расходов.

Оптимальное число технологических линий было установлено на основании расчета комплексного оценочного показателя – суммарных приведенных затрат. Была рассчитана потребность в перегрузочном оборудовании и докерах-механизаторах, исходя из количества потребных причалов по всем вариантам работ.

Преимуществом оптимизации ресурсов портового перегрузочного комплекса является уменьшение приведенных финансовых затрат, сокращение стояночного времени судов, что в свою очередь позволяет привлечь дополнительный грузооборот и, следовательно, увеличить доходы ППК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые комплексные нормы выработки и времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые в морских портах. — М., 1987. - 477с.
2. Белинская Л.Н., Сенько Г.А. Грузоведение и складское дело на морском транспорте. - М., 1982. - 137 с.

3. Жуков Е.И., Письменный М.Н. Технология морских перевозок. - М.: Транспорт, 1991. - 335 с.
4. Морские транспортные суда: Каталог в 2 т. на англ. яз. - М.: Мортехин-формреклама, 1995. - Т. I - 226 с., Т. II - 246 с.
5. Технология грузовых работ: Сборник образцов технологических карт и инструкций, рекомендованных при обработке морских судов и других видов транспорта. - СПб.: АО Технолпорт "Корвет", 1996. - 640 с.
6. Степанец А.В. Оптимизация нормативов обработки судов в порту. - М., 1993.-76 с.
7. Фролов А.С., Кузьмин П.В., Степанец А.В. Организация, планирование и технология перегрузочных работ в морских портах. - М., 1979. - 480 с.